



군집분석을 통한 한국인 성인 골격성 제 II급 부정교합의 이분류

안광석¹, 백형선¹, 김경호², 김백일³, 이기준^{1*}

연세대학교 치과대학 교정학교실¹, 강남세브란스병원 치과교정과²,
치과대학 예방치과학교실³

ABSTRACT

Subclassification of Skeletal Class II Malocclusion of Korean Adults Using Cluster Analysis

Kwang-Seok Ahn¹, Hyung-Seon Baik¹, Kyung-Ho Kim²,
Baek-Il Kim³, Kee-Joon Lee^{1*}

*Department of Orthodontics, School of Dentistry, Yonsei University¹,
Department of Orthodontics, Gangnam Severance Hospital, Yonsei University²,
Department of Preventive Dentistry, School of Dentistry, Yonsei University³*

Skeletal malocclusion is the result of abnormal dimension and alignment of each skeletal component. Understanding on these mechanisms may help to elucidate the etiology of skeletal malocclusion and to establish population-oriented treatment plans. Attempts to subdivide the Angle's classification have been performed for Class III malocclusion, while few studies have been conducted for Class II malocclusion despite recent growing interests in Class II malocclusion. 200 adults (88 male, 112 female) with skeletal Class II malocclusion were collected and subdivided using cluster analysis, using the measurements representing the dimension and the alignment of each facial skeletal component. The properties of each cluster was grouped within the subjects and a comparison between the subjects and the control group (38 male, 35 female) with normal occlusion was performed. Six clusters were finally recognized in each male and female groups. The clusters in both genders were mainly characterized by the cranial base alignment, dimension of the posterior cranial base, dimension of the mandibular ramus and the degree of mandibular rotation. The results implicate that active treatment of mandible rather than the nasomaxillary complex may be primarily considered for the correction of Korean Class II skeletal pattern.

Key words : Cluster analysis, Determinants, Skeletal Class II malocclusion

서론

치열의 전후방적 부조화를 기준으로 한 Angle¹⁾

의 부정교합 분류는 단순하고 쉽게 이해되는 장점이 있으나, 두개저 및 상하악골 구성 요소의 이상 및 이들 관계의 부조화를 적절하게 표현하기

힘들다는 한계를 지닌다. 골격성 부정교합은 궁극적으로 악안면 골격을 구성하는 각 부분들의 크기 및 배열의 부조화에 의한 결과이며^{2,3,4)}, 따라서 골격 부조화 형성에 기여한 각 부분의 특성을 반영할 수 있는 분류가 가능하다면 개별적인 치료계획을 수립하는데 도움을 줄 수 있다.

그간 Angle 분류의 한계를 인식한 Sanborn⁵⁾, Jacobson 등⁶⁾, Ellis 등⁷⁾, Martone 등⁸⁾, Baik 등⁹⁾, Park 등¹⁰⁾의 여러 선학들이 각 Angle 분류 내에서 더욱 세분화된 분류 및 이들의 특성을 규명하고자 한 바 있다. 그러나 대개 심부 악안면 골격구조의 크기와 배열을 반영하는 계측치를 이용하였다기보다는 주로 결과적으로 나타난 상하악골과 기저골간의 전후방 관계, 예를 들면 상악 열성장 혹은 하악 과성장 등의 조합에 의한 분류가 주를 이루었다. 결과적으로 상하악 기저골간의 최종적인 관계를 확인할 수는 있었으나, 그 기여요인이 되는 두 개안면 골격 구조를 파악하는 데는 한계가 있었다. 결과적인 상하악 기저골에서의 표현형이 어떠한 발육적 요소 혹은 구조에 의한 것인가 하는 것은 교정 임상상의 공통된 관심사라 할 수 있다.

군집분석이란 개체들 간의 유사성(similarity) 또는 거리(distance)에 근거하여 서로 유사한 개체끼리 군집화 하거나 상관관계가 큰 변수들끼리 집단으로 묶는 통계적 방법을 의미한다. 이때 모집단 또는 그 범주에 대한 사전지식은 배제한 채 표본들의 특성을 나타내는 변수들 간의 유사성 혹은 거리에 근거하여 모집단을 분류하게 된다. 따라서 골격성 부정교합을 가진 전체 모집단에서 악안면 골격의 크기와 배열을 반영하는 변수들을 선택하여 군집분석을 시행한다면 해당 골격성 부조화를 유발한 원인에 따라 공통적 특징을 갖는 표본들끼리 더 세분화된 분류가 가능하다. 이렇게 분류된 각 군집의 특성을 정리하여 해당 분류의 특성을 인지한다면 교정치료 및 악교정수술계획

을 수립하는데 구체적으로 접근이 가능할 것이다.

선학들이 군집분석을 이용해서 전체 부정교합자¹¹⁾, 정상교합자¹²⁾, 제 II급 부정교합자¹³⁾ 그리고 제 III급 부정교합자¹⁴⁾ 등 다양한 대상을 분류하였던 시도를 한 바 있다. Hirschfeld 등¹¹⁾은 308명의 부정교합을 가진 북미 어린이들을 대상으로 군집분석을 통해 분류하여 보고 이를 Angle 분류와 비교 평가를 한 결과, 제 II급 부정교합 내에서는 Angle 분류만으로는 명확히 구분하기 어려운 상당히 다양한 군집이 나타남을 확인하였다. Moyers 등¹³⁾은 상기 연구를 토대로 제 II급 부정교합자 697명을 대상으로 군집분석을 통해 수평적으로 6가지 및 수직적으로 5가지 조합의 분류를 한 바 있다. 그러나 이들의 군집분석에 의한 분류 역시 연구 대상자 선정에 있어서도 치성과 골격성 제 II급, 연령 및 성별에 따른 구분을 두지 않았다는 한계가 있었다. 또한 악안면 골격형의 다양한 시대적, 지역적 차이를 감안할 때에 국내 자료를 근거로 한 연구의 필요성이 강조된다.

이에 본 연구는 심한 제 II급 골격관계를 가지는 한국인 성인 남녀 부정교합자를 선정하고 악안면 골격 구성요소의 크기 및 배열을 대변하는 변수를 이용해 군집분석을 시행함으로써 (1) 전반적인 제 II급 부정교합자에서 전후방 부조화 형성의 기여 요인을 분석하고 (2) 구조적 차이에 근거한 제 II급 부정교합군을 세분화하고 (3) 세분화된 군집의 특성을 인식하여 한국인에서 제 II급 부정교합의 치료를 위한 보편적인 지침을 수립하는데 도움이 되고자 시도되었다.

연구대상 및 방법

1. 연구대상

골격성 제 II급 부정교합군(실험군) 및 대조군

은 이전에 교정치료 병력이 없고 특기할 외상, 안면 비대칭, 악안면 기형 등을 동반하지 아니한 자로 선별하였다.

제 II급 부정교합군으로는 구치 및 견치관계가 제 II급 관계를 나타내며, 본원 교정과에서 골격성 제 II급 부정교합으로 진단된 환자들 중 만 18세 이상의 성인 200명(남자 88명, 여자 112명)을 선별하였다(Table 1). McNamara 분석상 FH평면에 대해 수직으로 Nasion을 지나는 평면을 기준으로 A point-Pogonion 간 전후방 거리가 한국인의 정상치^{15,16)}에서 1SD이상, 즉 11.82 mm 이상 차이를 보이는 자(A to N perp to FH 0.43 ± 3.33 mm, Pog to N perp to FH -2.17 ± 5.89 mm)들로 선정하였다. 선정된 대상의 평균 A-Pog(//FH)은 남자 17.33 ± 4.14 mm, 여자 17.10 ± 3.95 mm였다.

대조군은 Angle 분류상 제 I급 구치 및 견치 관계를 가지며, 양호한 profile을 가진 정상교합자로서 상하악 기저골의 전후방관계는 상기의 기준으로 A point가 Pogonion에 대해 수평적으로 5 mm 이하 차이를 보이는(남자 평균 1.48 ± 2.38 mm, 여자 평균 1.68 ± 2.25 mm) 만 18세 이상 성인 73명(남자 38명, 여자 35명)을 선별하였다(Table 1).

2. 연구방법

실험군 측모 두부 규격 방사선사진 표본은 Cranex3+[®](Soredex, Helsinki, Finland)로 통법에 따라 촬영되어 PACS(Picture Archiving Communication System ; 의료 영상 저장 전송 시스

템)에 DICOM(Digital Imaging and Communications in Medicine) 형태의 파일로 저장된 영상 정보를 이용하였다. 디지털화 이전에 동일한 방사선 촬영기기로 촬영된 일부 아날로그 필름 형태의 실험군 표본은 촬영된 필름을 Diagnostic Pro Plus[®](Vidar system corp, Herndon, USA)스캐너로 디지털화하고 실측치를 보정하여 PACS에 업로드 하여 이용하였다.

대조군 측모 두부 규격 방사선 사진 표본은 Cranex3+[®]로 통법에 따라 촬영되었으며, 이들 필름 역시 Diagnostic Pro Plus[®] 스캐너로 디지털화하고 실측치를 보정하여 PACS에 업로드 하여 이용하였다.

Enlow^{2,3,4)}의 구조적 대응체 분석법(Counterpart analysis) 및 Burstone 등¹⁷⁾ 분석법을 토대로 계측점과 계측치 등을 선정하였으며, 수평 및 수직 기준 평면은 프랑크푸르트 평면을 바탕으로 하여 Sella를 지나며 FH 평면과 평행하는 선을 수평 기준평면으로, Sella를 지나며 FH평면에 수직인 선을 수직 기준평면으로 설정하였다(Figure 1).

가. 계측평면

FH plane(FH) : 프랑크푸르트 평면, 기준평면

Vertical reference plane(VP) : FH에 수직으로 Sella를 지나는 평면

Horizontal reference plane(HP) : FH와 평행하며 Sella를 지나는 평면

SN plane(SN) : Sella와 Nasion을 연결한 평면

Table 1. Descriptive statistics on sample size, age and gender distribution

	Test				Control			
	Male (n=88)		Female (n=112)		Male (n=38)		Female (n=35)	
	Mean	SD	Mean	SD	Mean	SD	Mean	SD
Age (year)	22.56	5.28	23.75	5.35	18.92	1.44	19.91	2.80
A-Pog difference (mm)	17.33	4.14	17.10	3.95	1.48	2.38	1.68	2.25

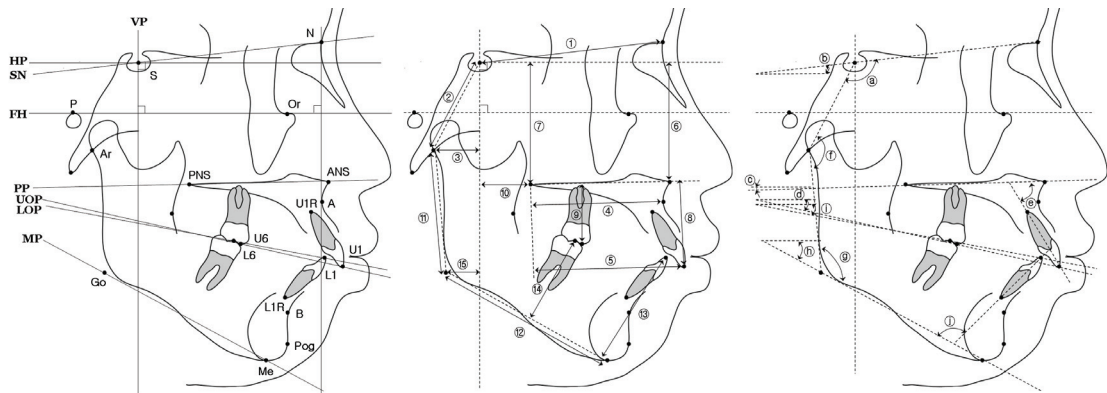


Figure 1. Landmarks, reference planes and measurements

Palatal plane(PP) : PNS와 ANS를 연결한 평면
Upper occlusal plane(UOP) : U1과 U6을 연결한 평면

Lower occlusal plane(LOP) : L1과 L6을 연결한 평면

Mandibular plane(MP) : Gonion과 Menton을 연결한 평면

나. 계측치

(1) 크기(dimension)

- ① Sella - Nasion : 전방 두개저의 길이
- ② Sella - Articulare : 후방 두개저의 길이
- ③ VP - Ar : VP에 대한 후방 두개저의 전후방 위치
- ④ PNS - A(PP에 투사한 거리) : 상악 기저골의 전후방 길이
- ⑤ PNS - U1(PP에 투사한 거리) : 상악 치조골의 전후방 길이
- ⑥ HP - ANS : 상악골 전방부의 수직적 길이
- ⑦ HP - PNS : 상악골 후방부의 수직적 길이
- ⑧ U1 - PP : 상악 치조골 전방부의 수직적 길이
- ⑨ U6 - PP : 상악 치조골 후방부의 수직적 길이
- ⑩ VP - PNS : VP에 대한 상악복합체의 전후방 위치
- ⑪ Ar - Go : 하악지의 수직적 길이
- ⑫ Go - Me : 하악체의 수평적 길이

- ⑬ L1 - MP : 하악 치조골 전방부의 수직적 길이
- ⑭ L6 - MP : 하악 치조골 후방부의 수직적 길이
- ⑮ VP - Go : VP에 대한 하악골의 전후방 위치

(2) 배열(alignment)

- a) Saddle angle : 전후방두개저의 배열
- b) SN to FH angle : 전방두개저와 FH의 배열
- c) PP to FH angle : 상악골의 배열
- d) UOP to FH angle : 상악 치조골의 배열
- e) U1 to PP angle : 상악 치아의 전방 돌출도
- f) Articular angle : 두개저와 하악지의 배열
- g) Gonial angle : 하악지와 하악체의 배열
- h) MP to FH angle : 하악체의 배열
- i) LOP to FH angle : 하악 치조골의 배열
- j) L1 to MP angle : 하악 치아의 전방 돌출도

V analysis[®](Cybermed, Seoul, Korea)를 이용하여 상기의 계측점과 계측치를 편집하여 분석법을 작성한 후, V ceph 4.0[®](Cybermed, Seoul, Korea)을 이용하여 분석하였다.

연구에 사용된 모든 측모 두부 규격 방사선사진의 계측 및 분석은 동일한 조사자에 의해 이루어졌으며, 조사자내 오차를 확인하기 위해 실험군과 대조군을 포함한 표본에서 무작위로 20개를

추출하여 최초 계측한지 1개월 후 재계측 및 분석하였다.

상기에서 얻어진 분석치를 SAS 9.0[®] 프로그램을 이용하여 다음과 같이 통계 처리하였다.

- (1) 조사자내 오차 검정(Coefficient of Reproducibility)
- (2) 실험군 및 대조군 각각에서 남자와 여자간의 유의차 검정(t-test)
- (3) 남녀 각각에서 실험군과 대조군의 유의차 검정(t-test)
- (4) 실험군에서 남녀 각각의 군집분석(k-means method) 및 각 군집 간 ANOVA와 사후검정(Bonferroni method)

연구결과

1. 조사자내 오차 검정

무작위로 선별된 20개의 표본을 1개월 간격으로 재측정 하여 Coefficient of Reproducibility를 구하였을 때, 모든 계측치에서 0.9 이상의 높은 상관성(0.903-0.992)을 보였다.

2. 남녀 간 유의차 검정

각각 실험군 및 대조군에서 계측치의 남녀간 비교를 시행한 결과 통계적으로 유의한 차이를 보이는 항목이 있었다(Table 2). 유의차를 보이는 대부분의 계측치는 주로 크기에 관련된 항목들이었으며, 각도에 관련된 계측치는 별다른 유의차를 보이지 않았다. 즉, 전반적으로 남자가 여자보다 안면 골격 각 부분의 크기는 더 큰 경향을 보였으며, 그 배열의 차이는 미미하였다. 남녀의 차이가 확연하여 향후의 통계분석은 모두 남녀를 분리하여 각각 시행하여 평가하였다.

3. 전체 실험군과 대조군간 유의차 검정

군집 분석 전에 골격성 제 II급 부정교합자 집단과 정상군과의 전반적인 차이를 확인하고자 남녀 각각에서 실험군 전체와 대조군 간의 유의차를 확인하였다(Table 2). 남녀 각각 실험군과 대조군을 비교한 결과 통계적으로 유의차를 나타내는 항목들은 대개 공통적이었다. 실험군은 대조군에 대해 상악골이 수평적으로 다소 후방 위치하여 있으며(VP-PNS $p<0.001$), 하악골은 상당히 후방위치되어 있었다(VP-Go $p<0.001$, VP-Ar $p<0.05$). 상악 전치의 치조성 수직거리가 증가되어 있고(U1-PP $p<0.001$), 하악지 및 하악체 모두 대조군보다 상당히 크기가 작았다(Ar-Go $p<0.001$, Go-Me $p<0.001$). 하악 전치의 수직고경의 증가를 보이며(L1-MP $p<0.001$) 하악체의 후하방 회전 경향을 보였다(Articular, Gonial, Mandibular plane angle $p<0.001$). 즉, 상악골은 정상 혹은 열성장이나, 하악체와 하악지의 크기가 전반적으로 작고 후하방 회전되어 있으며 이를 보상하기 위한 상하악 전치의 과맹출이 본 연구에서 나타난 한국인 골격성 제 II급 부정교합에서의 일반적인 특징임을 유추할 수 있었다.

4. 군집분석

실험군 남녀 각각에 대해 군집분석을 시행한 결과(Table 3), 군집간의 거리, 임상적인 의미를 고려하여 군집의 수는 6개로 설정하였다(Table 4, 6, Figure 2). 개별 군집의 특성을 아래와 같이 정리하였다.

(1) 남자

Cluster 1 (4.55%, n=4)

Saddle angle이 다소 작으나 후방 두개저가 짧고 articular angle이 커서 하악골이 전반적으로 후하방회전 되었고, 상악 전치부가 유의하게 설측

경사되고 하악 전치부가 과맹출된 양상을 보였다
(Table 4,5, Figure 3A).

Cluster 2 (11.36%, n=10)

상악은 수평적으로 다른 군집에 대해서 열성장을 보이거나 하악치가 특히 짧고 과도한 gonial

angle로 인해 하악평면이 후하방회전된 형태를 나타내었으며 하악 전치도 설측경사되어 있었다
(Table 4,5, Figure 3B).

Cluster 3 (6.82%, n=6)

상악골의 수직적크기가 다른 군집에 비해 작으

Table 2. Differences between male and female group, Mean differences between Test and Control group in each gender group

	Test					Control					Male	Female
	Male (n=88)		Female (n=112)		Sig.	Male (n=38)		Female (n=35)		Sig.	Mean differences (Test-Control)	Mean differences (Test-Control)
	Mean	SD	Mean	SD		Mean	SD	Mean	SD			
Distance(mm)												
S-N	74.08	3.42	69.91	3.25	***	75.06	2.74	71.39	2.66	***	-0.98	-1.48*
S-Ar	39.78	4.14	34.58	3.24	***	41.32	3.76	36.93	3.03	***	-1.54	-2.35***
VP-Ar	17.03	3.51	14.92	2.89	***	18.16	2.52	16.28	2.88	**	-1.13*	-1.36*
PNS-A	51.47	3.01	48.44	2.93	***	51.24	2.59	49.32	2.70	**	0.24	-0.87
PNS-U1	57.65	4.87	55.55	4.61	**	58.65	3.91	56.90	3.22	*	-1.00	-1.35
HP-ANS	51.27	4.22	46.14	3.77	***	50.71	3.76	46.68	3.19	***	0.56	-0.54
HP-PNS	50.24	3.31	45.44	3.02	***	50.80	2.60	46.72	3.05	***	-0.56	-1.28*
U1-PP	34.49	3.05	33.75	2.62		31.75	2.30	31.12	2.65		2.73***	2.63***
U6-PP	26.01	2.52	24.73	2.48	***	26.54	2.04	24.76	2.09	***	-0.52	-0.03
VP-PNS	21.34	2.76	20.70	2.56		24.08	2.55	22.47	2.29	**	-2.73***	-1.78***
Ar-Go	50.45	5.68	45.63	4.74	***	60.00	5.73	52.97	4.28	***	-9.55***	-7.34***
Go-Me	76.80	5.20	72.97	5.36	***	84.28	4.64	80.97	4.09	**	-7.48***	-8.00***
L1-MP	51.32	3.28	48.59	3.19	***	47.35	2.87	44.12	2.02	***	3.96***	4.47***
L6-MP	38.01	2.78	35.02	2.83	***	37.38	3.29	33.93	1.72	***	0.63	1.09**
VP-Go	17.87	4.77	15.73	4.40	**	11.72	5.90	11.77	4.57		6.14***	3.95***
Angle(°)												
∠Saddle	124.20	5.22	125.43	5.42		124.56	3.29	124.79	4.96		-0.36	0.64
SN∠FH	8.90	2.84	9.87	2.67	*	8.46	1.99	8.60	2.37		0.44	1.26*
FH∠PP	1.08	3.29	0.78	3.27		-0.08	3.11	0.01	2.86		1.15	0.77
FH∠UOP	12.90	4.16	13.58	3.81		7.38	2.77	9.24	3.25	*	5.52***	4.35***
U1∠PP	64.10	7.72	64.86	8.46		60.43	6.33	61.16	5.09		3.67*	3.69**
∠Articular	155.82	7.32	155.60	6.85		147.54	5.76	148.93	5.88		8.27***	6.67***
∠Gonial	122.02	7.03	124.79	6.85	**	117.57	7.26	118.63	5.93		4.44**	6.16***
MP∠FH	33.11	6.01	35.94	5.91	**	21.18	4.12	23.72	4.21	*	11.93***	12.22***
FH∠LOP	10.51	5.49	12.50	5.34	*	4.77	3.47	6.26	3.07		5.73***	6.25***
L1∠MP	99.74	6.89	99.19	7.08		96.37	6.10	96.15	6.74		3.37*	3.04*

Table 3. Results of cluster analysis in each gender group

Male				Female			
Cluster	Frequency	%	Distance between Cluster centroids	Cluster	Frequency	%	Distance between Cluster centroids
1	4	4.55	18.03	1	21	18.75	17.76
2	10	11.36	19.30	2	18	16.07	16.65
3	6	6.82	18.55	3	10	8.93	17.87
4	16	18.18	18.06	4	28	25.00	18.26
5	45	51.14	19.64	5	24	21.43	17.70
6	7	7.95	18.09	6	11	9.82	16.90



Figure 2. Distances between each of male and female cluster.

며 매우 짧은 후방두개저로 인해 후안면고경이 작고 하악체의 크기가 작으며 gonial angle이 과도하여 하악골이 후하방회전된 양상을 나타내었다(Table 4,5, Figure 3C).

Cluster 4 (18.18%, n=16)

Gonial angle 및 mandibular plane angle이 작으나 상악 전치부의 과도한 설측 경사로 articular angle이 과도하고 하악골이 후방 위치되어 있었으며, 기존 Angle 분류의 제 II급 제 2류와 유사하였다(Table 4,5, Figure 3D).

Cluster 5 (51.14%, n=45)

표본수의 절반 이상을 차지하는 군집으로서 articular angle이 작으나 후방두개저가 길고 하악이 후방위치 되어 있었다. 상악 전치부는 순측 경사되어 있고 하악 전치부는 과맹출된 양상이었다(Table 4,5, Figure 3E).

Cluster 6 (7.95%, n=7)

상하악 기저골의 크기가 다른 군집에 비해 큰 편임에도 불구하고 과도한 saddle angle로 인해 전반적으로 하악골이 후방 위치되어있는 양상을 나타내었다. Articular angle, gonial angle 및

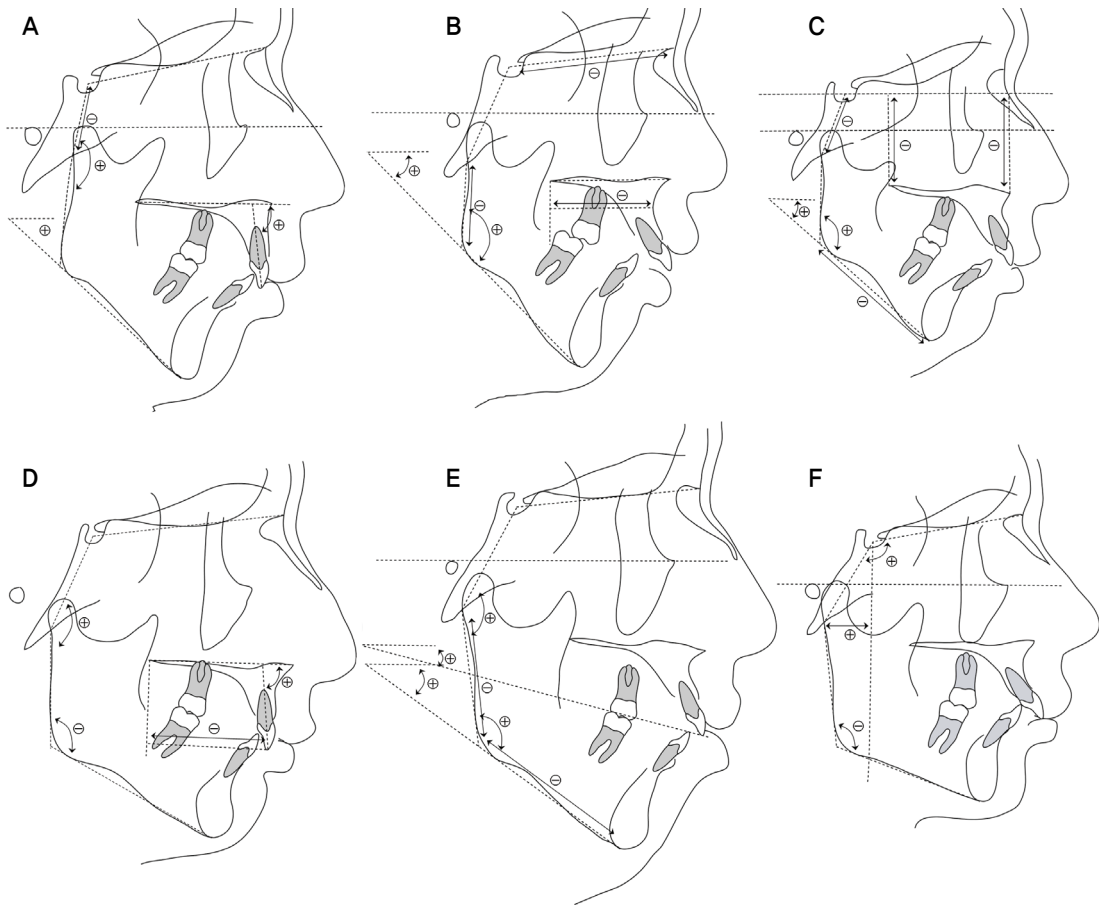


Figure 3. Examples of male clusters.

A: cluster 1, B: cluster 2, C: cluster 3, D: cluster 4, E: cluster 5, F: cluster 6.

mandibular plane angle 등은 모두 작아서 단안모 양상을 나타내었으며 상하악 전치부는 과도한 순측경사를 나타내었다(Table 4,5, Figure 3F).

Cluster 5 (51.14%, n=45)

표본수의 절반 이상을 차지하는 군집으로서 articular angle이 작으나 후방두개저가 길고 하악이 후방위치 되어 있었다. 상악 전치부는 순측경사되어 있고 하악 전치부는 과맹출된 양상이었다(Table 4,5, Figure 3E).

Cluster 6 (7.95%, n=7)

상하악 기저골의 크기가 다른 군집에 비해 큰 편임에도 불구하고 과도한 saddle angle로 인해 전반적으로 하악골이 후방 위치되어있는 양상을 나타내었다. Articular angle, gonial angle 및 mandibular plane angle 등은 모두 작아서 단안모 양상을 나타내었으며 상하악 전치부는 과도한 순측경사를 나타내었다(Table 4,5, Figure 3F).

Table 4. Comparison of each variable among male clusters

Variables	Cluster Mean±SD					
Distance(mm)						
S-N	no statistical significance between clusters					
S-Ar	5 41,22±3,36	6 40,38±2,41	4 40,11±3,41	2 38,65 ±4,04	1 34,21±4,02	3 33,05±3,93
VP-Ar	6 20,55±2,61	5 18,23±2,99	2 15,96±2,55	4 15,79±2,08	3 12,99±3,10	1 10,96±3,17
PNS-A	6 53,04±3,43	5 52,53±2,82	3 51,75±2,41	4 50,24±1,69	1 50,12±2,15	2 47,92±2,43
PNS-U1	6 60,63±4,70	5 60,04±4,42	3 56,11±4,01	4 53,89±2,27	2 53,85±3,08	1 52,36±1,99
HP-ANS	4 52,98±4,09	5 52,12±3,76	6 51,40±4,10	1 49,18±1,26	2 47,85±4,55	3 47,16±3,70
HP-PNS	4 51,26±2,54	5 51,21±2,80	6 48,97±2,22	1 48,97±2,37	2 48,67±3,68	3 45,11±4,06
U1-PP	no statistical significance between clusters					
U6-PP	5 26,99±2,17	6 26,83±1,93	2 26,05±2,96	1 24,89±0,59	3 24,59±2,54	4 23,67±1,97
VP-PNS	no statistical significance between clusters					
Ar-Go	6 59,29±1,88	5 52,08±4,14	4 48,15±4,46	1 47,92±4,46	3 46,54±5,14	2 43,87±5,11
Go-Me	5 78,53±4,55	6 77,77±5,47	4 77,24±4,46	2 73,85±4,23	1 72,47±4,44	3 69,30±4,34
L1-MP	1 53,38±3,37	5 52,41±2,96	2 51,17±2,87	3 50,59±2,16	4 49,56±2,91	6 47,89±3,71
L6-MP	no statistical significance between clusters					
VP-Go	4 20,39±3,85	6 19,59±3,55	1 18,76±5,32	5 17,94±4,71	2 15,76±4,17	3 11,39±2,96
Angle(°)						
∠Saddle	6 128,99±4,10	5 124,88±5,27	2 123,99±4,56	3 124,10±5,12	4 121,34±4,30	1 120,10±4,70
SN∠FH	no statistical significance between clusters					
FH∠PP	no statistical significance between clusters					
FH∠UOP	1 19,05±2,77	3 16,85±2,88	4 15,86±3,79	2 11,80±4,37	5 11,40±3,25	6 10,47±2,76
U1∠PP	1 75,59±10,69	4 69,52±6,72	3 68,11±7,09	2 64,13±3,56	5 61,16±6,81	6 60,49±5,56
∠Articular	1 171,33±7,94	4 162,33±4,89	2 155,41±6,23	3 155,21±7,02	5 153,42±5,11	6 148,49±3,86
∠Gonial	3 131,09±3,03	2 130,01±6,44	5 122,46±5,39	1 120,54±2,55	4 116,43±4,66	6 113,50±3,91
MP∠FH	1 40,34±5,06	2 39,87±5,22	3 39,43±5,22	5 32,14±3,69	4 32,02±4,31	6 22,57±3,12
FH∠LOP	1 17,72±3,34	3 16,63±4,95	2 12,16±5,65	4 11,14±4,57	5 9,19±4,95	6 5,69±3,73
L1∠MP	6 111,04±6,87	1 100,35±1,98	5 100,00±5,81	4 99,93±5,46	3 98,54±3,42	2 90,82±3,91

Table 5. Variables showing significant differences among male clusters (Bonferroni t-test, $p<0.05$)

Cluster	1	2	3	4	5	6
1						
2	VP-Ar FH \angle UOP \angle Articular \angle Gonial					
3	\angle Articular \angle Gonial	S-Ar				
4	S-Ar VP-Ar MP \angle FH	HP-ANS \angle Articular \angle Gonial MP \angle FH L1 \angle MP	S-Ar HP-ANS HP-PNS Go-Me VP-Go \angle Gonial MP \angle FH			
5	S-Ar VP-Ar PNS-U1 FH \angle UOP UP \angle PP \angle Articular MP \angle FH FH \angle LOP	PNS-A PNS-U1 HP-ANS Ar-Go \angle Gonial MP \angle FH L1 \angle MP	S-Ar VP-Ar HP-PNS Go-Me VP-Go FH \angle UOP \angle Gonial MP \angle FH FH \angle LOP	PNS-U1 U6-PP Ar-Go L1-MP FH \angle UOP UP \angle PP \angle Articular \angle Gonial		
6	VP-Ar PNS-U1 Ar-Go FH \angle UOP UP \angle PP \angle Articular MP \angle FH FH \angle LOP L1 \angle MP	VP-Ar PNS-A PNS-U1 Ar-Go \angle Gonial MP \angle FH L1 \angle MP	S-Ar VP-Ar Ar-Go Go-Me VP-Go FH \angle UOP \angle Gonial MP \angle FH FH \angle LOP L1 \angle MP	VP-Ar PNS-U1 U6-PP Ar-Go \angle Saddle FH \angle UOP \angle Articular MP \angle FH L1 \angle MP	Ar-Go L1-MP \angle Gonial MP \angle FH L1 \angle MP	

(2) 여자

Cluster 1 (18.75%, n=21)

Saddle angle이 작으나 후방 두개저가 짧고 하악지가 짧으며, 과도한 articular angle 및 mandibular plane angle로 하악골이 후하방 회전된

장안모 형태를 나타내었다(Table 6,7, Figure 4A).

Cluster 2 (16.07%, n=18)

Saddle angle이 크고 하악이 후방위치되어 있으며 상악 기저골은 상대적으로 큰 양상이며 arti-

cular angle 및 mandibular plane angle 등은 모두 작아서 단안모 양상을 나타내었다. 하악 전치부는 순측경사되어 있었다(Table 6,7, Figure 4B).

Cluster 3 (8.93%, n=10)

상악골이 수직 수평적으로 작음에도 후방두개저가 짧고 후안면고경이 작아서 이로 인해 하악골이 후하방회전된 양상을 나타내었으며, 특히 작은 하악체를 나타내었다(Table 6,7, Figure 4C).

Cluster 4 (25.00%, n=28)

과도한 saddle angle로 인해 하악골이 후방 위치된 형태로써, 하악골이 후하방회전되고 gonial angle은 작게 나타났으나, 비슷한 양상의 cluster 2와는 달리 단안모는 아니었다(Table 6,7, Figure 4D).

Cluster 5 (21.43%, n=24)

특징적으로 gonial angle 및 mandibular plane angle이 과도해 하악골이 후하방회전된 형태를 나타내었다. 하악지도 작으며 하악 전치부가 과맹출

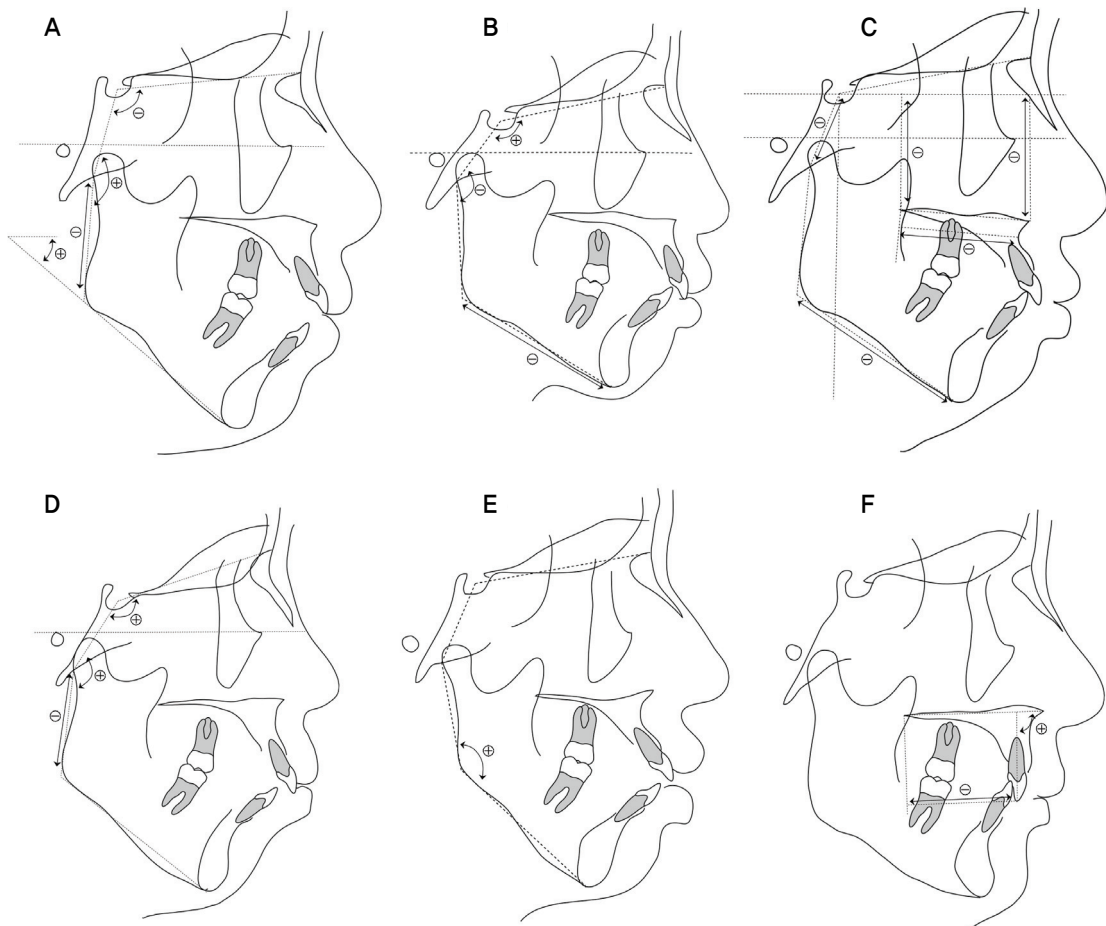


Figure 4. Examples of female clusters.

A: cluster 1, B: cluster 2, C: cluster 3, D: cluster 4, E: cluster 5, F: cluster 6.

Table 6. Comparison of each variable among female clusters

Variables	Cluster Mean±SD					
Distance(mm)						
S-N	no statistical significance between clusters					
S-Ar	6 36,77±2,88	2 35,71±2,89	5 35,49±2,59	4 35,04±2,72	1 33,01±2,80	3 29,93±2,52
VP-Ar	2 17,17±2,01	4 16,53±2,37	6 14,81±2,42	5 14,75±2,05	1 12,42±2,38	3 12,08±2,55
PNS-A	2 50,06±2,17	4 48,79±2,65	5 48,69±3,61	6 48,19±3,04	1 47,46±2,34	3 46,25±2,52
PNS-U1	2 58,46±2,59	5 56,50±4,64	4 56,31±4,04	1 55,77±3,30	3 53,55±3,65	6 48,11±3,57
HP-ANS	1 48,28±2,98	5 46,58±3,72	2 46,37±3,10	6 45,87±3,57	4 45,05±4,47	3 43,49±2,07
HP-PNS	6 47,75±2,39	5 46,82±2,59	1 46,21±2,76	2 45,24±3,16	4 44,00±2,46	3 42,29±2,09
U1-PP	no statistical significance between clusters					
U6-PP	5 25,72±2,75	2 25,26±1,92	1 25,04±2,06	4 24,76±2,42	6 22,85±2,39	3 22,67±1,85
VP-PNS	no statistical significance between clusters					
Ar-Go	2 51,12±2,71	6 46,41±2,60	4 45,74±4,97	3 45,52±3,17	5 44,21±3,21	1 42,03±4,66
Go-Me	4 75,90±3,23	1 74,08±5,99	5 73,14±4,10	2 72,71±3,76	6 71,33±3,74	3 64,27±6,37
L1-MP	5 49,72±3,39	1 49,05±2,99	4 48,85±3,04	2 48,82±2,28	6 46,37±3,11	3 46,19±3,34
L6-MP	no statistical significance between clusters					
VP-Go	4 20,27±3,62	1 16,71±3,36	6 15,63±2,45	2 14,87±3,14	3 12,25±2,38	5 11,68±2,65
Angle(°)						
∠Saddle	4 129,39±4,69	2 128,44±4,60	5 124,34±4,07	3 124,32±3,90	6 123,00±4,05	1 120,60±4,62
SN∠FH	4 11,20±3,02	3 10,55±2,03	5 9,75±2,14	2 9,56±2,04	6 9,19±3,04	1 8,49±2,60
FH∠PP	1 2,37±2,39	3 1,40±2,50	2 1,21±1,88	4 1,10±4,36	5 -0,25±3,12	6 -2,09±1,90
FH∠UOP	6 16,49±3,08	3 14,83±2,86	4 14,31±3,31	1 13,97±4,25	2 12,67±3,32	5 11,20±3,67
U1∠PP	6 83,56±6,56	4 63,76±6,03	3 63,73±3,77	2 63,52±5,85	5 62,51±5,95	1 60,87±5,48
∠Articular	1 163,90±3,91	6 157,17±5,09	4 156,61±4,32	3 156,40±7,72	5 151,44±3,95	2 148,47±4,89
∠Gonial	5 133,45±4,92	3 126,93±5,80	1 126,06±3,68	2 122,65±5,05	6 119,72±2,73	4 119,00±3,79
MP∠FH	1 42,06±4,23	5 39,46±3,99	3 37,09±4,62	4 33,79±4,08	6 30,68±3,60	2 29,98±3,55
FH∠LOP	1 16,60±4,10	3 16,18±2,35	4 12,99±4,25	5 12,62±4,04	6 8,07±5,61	2 7,46±4,99
L1∠MP	2 104,81±4,58	3 103,73±7,08	4 102,27±5,89	6 96,73±5,52	1 95,02±5,34	5 94,22±6,14

Table 7. Variables showing significant differences among female clusters (Bonferroni t-test, $p < 0.05$)

Cluster	1	2	3	4	5	6
1						
2	S-Ar VP-Ar Ar-Go ∠Saddle ∠Articular MP∠FH FH∠LOP L1∠MP					
3	HP-ANS HP-PNS Go-Me VP-Go ∠Articular MP∠FH L1∠MP	S-Ar VP-Ar PNS-A PNS-U1 Ar-Go Go-Me ∠Articular MP∠FH FH∠LOP				
4	VP-Ar HP-ANS Ar-Go VP-Go ∠Saddle SN∠FH ∠Articular ∠Gonial MP∠FH L1∠MP	Ar-Go VP-Go ∠Articular MP∠FH FH∠LOP	S-Ar VP-Ar Go-Me VP-Go ∠Saddle ∠Gonial			
5	S-Ar VP-Ar VP-Go ∠Articular ∠Gonial FH∠LOP	VP-Ar Ar-Go VP-Go ∠Gonial MP∠FH FH∠LOP L1∠MP	S-Ar VP-Ar HP-PNS U6-PP Go-Me L1-MP ∠Gonial L1∠MP	HP-PNS VP-Go ∠Saddle FH∠UOP ∠Articular ∠Gonial MP∠FH L1∠MP		
6	S-Ar PNS-U1 Ar-Go FH∠PP U1∠PP ∠Articular ∠Gonial MP∠FH FH∠LOP	PNS-U1 Ar-Go ∠Saddle U1∠PP ∠Articular L1∠MP	S-Ar PNS-U1 HP-PNS Go-Me U1∠PP ∠Gonial MP∠FH FH∠LOP	PNS-U1 HP-PNS VP-Go ∠Saddle U1∠PP ∠Articular FH∠LOP	PNS-U1 U6-PP L1-MP VP-Go ∠Saddle FH∠UOP U1∠PP ∠Gonial MP∠FH	

되어 있었다(Table 6,7, Figure 4E).

Cluster 6 (9.82%, n=11)

Gonial angle 및 mandibular plane angle이 작으나 상악 전치부의 과도한 설측 경사로 articular angle이 과도하고 하악골이 후방 위치된 양상으로 기존 Angle 분류의 제 II급 제 2류와 유사하였다(Table 6,7, Figure 4F).

고찰

부정교합은 다른 병리적 질환과 달리 치성이든 골격성이든 질환의 유무보다는 심도로 정의되므로 이에 맞추어 부정교합의 명확한 범주를 구분 짓는 것과 치료의 필요성을 이해하고 치료방향을 설정하는 데에 어려움이 있을 수 있다^{1,5)}. Kim 등¹²⁾은 군집분석을 통해 정상교합의 경우에도 골격적으로는 9가지 형태의 수평적 및 수직적인 변이가 존재할 수 있음을 보고한 바 있다. 반면 골격성 부조화가 존재할 때 이를 보상하기 위한 치열의 보상작용이 나타나게 된다¹⁸⁾. 그 결과 골격적으로 제 II급 관계 혹은 제 III급 관계를 나타내는 경우에도 치열의 보상작용으로 치성 제 I급의 형태를 보이는 경우도 빈번하며¹⁹⁾, 이것이 또한 일반적인 절충치료시의 치료 목표이기도 하다. 따라서 부정교합을 정의할 때 치성 부조화와 골격성 부조화를 다소 구분하여 생각해야 할 필요가 있다. 본 연구에서는 제 II급 부정교합자를 선별함에 있어서 치성보다는 골격성 부조화에 초점을 두고자 하였다. 그러나 전술한대로 제 II급 골격관계가 정확한 수치로 규정된 전례가 없으므로 통계적 의미에서 약 5%에 해당하는 집단을 선정하는 것이 타당하다고 판단되었다. 따라서 전통적 의미에 근거하여 상악 및 기저골의 전후방 위치의 차이를 보여주는 계측

치를 기준으로 실험군을 선정하였으며 기저골 관계가 정상범주에 들며 치성 제 II급 관계만을 보이는 경우는 대상에서 제외하였다. 이러한 정의의 모호성은 정상군(제 I급 골격관계) 설정시에도 마찬가지이므로 기술된 대로 정상범주의 골격적 전후방 관계를 갖는 자들을 정상군으로 정의하였다.

이러한 과정을 통해 정의된 제 II급 부정교합자에 대한 구조적 이해를 위해 정상군과의 비교를 선행하였으며 이는 서론에 제기된 연구목적에서 설명되었다. 그 결과 골격성 제 II급 관계의 특징짓는 요소로 인식되는 것은 두개저의 saddle angle 증가, 후방 두개저의 길이 증가, 하악골의 하악지 길이 감소, 하악체의 크기 감소, articular angle 과 gonial angle의 증가, 그리고 상악 전치부의 설측경사 등으로 요약할 수 있었으며 통상적 개념과는 달리 두개저-비상악복합체의 크기 증가에 의한 골격적 이상은 전체군에서는 나타나지 않았다. 따라서 군집분석을 통해 전체 군에서 나타나지 않은 특이한 특성을 나타내는 아집단이 있는지 알아보는 것은 유용할 것으로 사료되었다.

군집분석은 보통 광범위한 모집단에서 이들을 세분하기 위해 적용되며, 따라서 표본수가 클수록 군집 분류 후 각 군집에 속하는 표본수가 어느 수준이상이 되어 분석의 의의를 찾을 수 있을 것이다. 본 연구에 수집된 표본은 남자 88명 여자 112명으로, 6개의 군집으로 나눌 경우 다소 표본수가 작은 것이 사실이다. 그러나 광범위하고 불균일한 인구집단을 대상으로 하기보다, 상당한 정도의 골격적 부조화를 이미 가지고 있는 자들을 대상으로 하였기에 표본 수 확보에 어려움이 있었고, 또한 이전의 유사한 연구들의 경우 대개 남녀를 통합한 표본을 사용하여 본 연구에서 나타난 분명한 남녀 간의 차이를 간과하였으나^{13,20,21)}, 남녀간 성장 양상의 차이 및 성장 완료 후 궁극적인 크기(dimension)의 차이를 감안하여 본 연

구에서는 남녀를 분리하여 각각을 평가하였으므로 비교적 작은 모집단 크기에도 불구하고 타당성을 부여할 수 있을 것으로 보인다.

남녀 각 군집은 뚜렷이 구분되는 한 두개의 특정 인자보다는 주로 하악골의 위치 및 배열을 좌우하는 측정치의 다양한 조합으로 나타났다. 남자 cluster 1과 3은 공통적으로 후방두개저가 짧다는 특징을 가지고 있었으나 또한 cluster 1은 articular angle이 큰 반면 cluster 3은 gonial angle이 크다는 차이점을 보였다. 여자 cluster 2와 4의 경우 둘 다 saddle angle이 크나 cluster 4와는 달리 cluster 2는 하악평면각이 크지 않은 단안모 형태로 차이가 있음을 확인할 수도 있었다. 남자 cluster 4와 여자 cluster 6의 경우는 기존의 Angle 분류에서 제 II급 2류 부정교합으로 분류하였던 것과 유사하게 상악 전치의 설측 경사가 특징적이며, 두 군 모두 하악평면각 및 gonial angle이 정상적이거나 작은 양상을 보였고, articular angle 혹은 후두개저의 길이 증가로 인한 하악골체의 후방위치를 보이는 것은 다른 군집들이 hyperdivergent profile을 보이는 것과 특이하게 구분되는 점이다. 이를 요약하여 각 cluster를 아래와 같이 명명하였다.

〈남자〉

- cluster 1 - high articular & gonial angle group
- cluster 2 - short ramus & high gonial angle group
- cluster 3 - short mandibular body & high gonial angle group
- cluster 4 - mandibular retrusion group
- cluster 5 - posterior cranial base excess & mandibular retrusion group
- cluster 6 - maxillary excess & mandibular retrusion group

〈여자〉

- cluster 1 - high articular & gonial angle group
- cluster 2 - maxillary excess & mandibular retrusion group
- cluster 3 - short mandibular body group
- cluster 4 - mandibular retrusion group
- cluster 5 - short ramus & high gonial angle group
- cluster 6 - posterior cranial base excess & high articular angle group

특징적인 것은 군집 분류 후에도 Enlow가 언급한 것과 같은 두개저-비상악복합체의 과잉을 보이는 군이 부각되지는 않았다는 점이다⁴⁾. 즉 남녀 군 모두에서 S-N(전두개저 길이) 및 VP-PNS(상악골의 전후방 위치)는 군집간의 차이를 보이지 않았다. 상악골의 수평적 크기를 반영하는 PNS-A는 남자 cluster 6 및 여자 cluster 2에서 다른 cluster에 비해 상대적으로 큰 것으로 나타나 임상적으로 상악골 과잉의 범주에 해당하는 군으로 간주할 수 있으나 하악골 크기 및 배열에서도 다소 작은 값을 보여 엄밀히 상악골 과잉 및 하악골 결핍을 동반한 군으로 분류되었다. 남자 cluster 2 및 여자 cluster 3과 같이 상악골이 수평적으로 작은 군집들의 경우는 필연적으로 왜소한 하악골 혹은 하악의 후방 위치가 동반되어야 하므로 bi-maxillary retrusion으로 정의될 수 있다. 나머지 모든 군은 후두개저 혹은 하악지, 하악체의 길이 및 후하방 회전을 의미하는 변수들의 증가를 보였다. 또한 남자 cluster 1, 4와 여자 cluster 6은 치정보상이 일어난 II급 관계 혹은 임상적 의미의 II급 2류 부정교합의 양상을 보였다.

Moyers¹³⁾는 상악 기저골의 과잉을 보이는 군집을 분명히 구별하여 설명하였는데 이러한 차이는 전술한 바와 같이 대상자의 연령, 인종적 차이에

기인한다고 볼 수 있거나, SNA, SNB등의 각도 계측치를 이용하여 측정한 방식에도 원인이 있을 것으로 사료된다. 전반적으로 본 연구에서의 결과는 비교적 발육 초기에 결정되는 전두개저 및 상악골의 크기 및 위치보다는 비교적 성장기 후기에도 영향을 미치는 후두개저 길이, 그리고 하악지 길이 및 크기와 같이 발육의 후기단계에서 영향을 미치는 요소이므로 성장 후기단계의 요인이 한국인에서 제 II급 골격형을 결정짓는 데 상당한 기여를 하는 것이 아닌가 하는 추론을 할 수 있다.

본 연구는 성인 부정교합자를 대상으로 하였으나 성인의 골격형이 성장에 의한 결과임을 감안하면 이러한 결과는 한국인의 골격성 제 II급 부정교합의 성장기 치료에 있어서 헤드기어와 같이 적극적인 상악골 자체의 성장 조절의 필요성이 그다지 높지 않을 수도 있음을 암시한다.

군집의 분포에 있어서 여자의 경우는 각 군집 간의 비율이 대체로 균일하게 나타난 반면, 남자의 경우는 cluster 5가 51% 이상을 이루고 나머지는 10%정도에 머무는 정도로 군집의 편중 양상을 보였다. 이러한 남녀간 분포의 차이는 본 연구의 자료만으로는 해석에 한계가 있으며 인류학적인 고찰을 통해 심도있게 분석해야 하나 남녀의 골격성 제 II급 관계 형성의 기여 요인에도 차이가 있을 수 있음을 시사한다.

본 연구의 결과를 통해 각 군집에 적합한 치료 전략을 체계화 하는 것이 의미 있을 것이다. 그러나 군집 중에는 그 특징적 요소를 교정 혹은 악교정수술을 통해 개선하는 것이 불가능한 부분도 존재하였다. 즉 두개저의 saddle angle 혹은 후두개저의 길이와 연관된 문제들의 경우 이들의 개선을 치료 목표로 설정하는 것이 현재로서는 어렵다고 인식된다. 그러나 각 군집의 특성에서 나타난 바와 같이 대다수에서 하악골의 크기 및 배열에 의한 제 II급 관계를 보이는 것이 특징적

이므로 성장기 혹은 성장 후 수술 단계에서 상악보다는 하악골의 변화를 도모하는 치료 전략이 도입될 수 있을 것이다.

본 연구에서 악안면 골격의 복잡성을 감안하여 25개라는 상대적으로 많은 수의 변수를 적용하였기 때문에, 각 군집을 매우 특징적으로 표현할 수 있는 소수의 변수를 규명하는 것은 무리가 있었다. 황 등²²⁾은 안면 비대칭을 대상으로 군집분석을 시행한 바 있으며 정모두부방사선 사진을 이용하여 군집을 구별하는 특징적인 3개의 변수만을 정의한 바 있다. 따라서 본 연구에서 나타난 개개 군집의 특성을 반영하는 계측치들을 다시 취합하여 좀 더 적은 수의 변수로 새로 군집 분석을 시도해 본다면 임상적으로 더욱 간결하며 적은 개수의 아분류가 가능할 것으로 생각된다.

본 연구에서 기저골의 전후방 차이만을 기준으로 대상자를 선정한 결과 남녀 모두에서 다소 hyperdivergent face를 보이는 군집이 대다수로 나타난 점은 본 연구에서의 한계점으로 인식된다. 즉 상당한 치성 II급 관계를 보이는 경우에도 hypodivergent face를 보이는 경우 실질적인 상하악 기저골의 전후방 거리가 크지 않아 대상자에 포함되지 않았을 가능성이 있다. 향후 이러한 기술적인 문제를 극복하고 또한 본 연구를 토대로 골격성 제 I급 및 제 III급 부정교합자들 대상으로 한국인 안면골격의 인류학적인 특징을 규명하고 이를 정리한다면 더욱 의미가 있으리라 사료된다.

결론

만 18세 이상의 한국인 골격성 제 II급 부정교합자 200명(남 88명, 여 112명)을 대상으로 군집분석을 시행한 결과 다음과 같은 결론을 얻었다.

1. 골격성 제 II급 부정교합 전체군은 정상군에 비해 상악골은 정상이거나 오히려 열성장이나, 하악골의 크기가 전반적으로 작고 후하방 회전되어 있으며, 상하악 치조성 수직적 과맹출된 형태를 보였다.

2. 골격구조의 크기 차이를 감안하여 남녀 각 군에서 6개의 군집으로 구분하였으며 총 25개의 변수 중 남자군에서 19개, 여자군에서 21개의 다양한 변수들이 결정인자로 나타났다. 두개저의 saddle angle, 후방 두개저 길이, 하악골의 하악지 및 하악체의 크기, gonial angle, articular angle, 상악 전치부의 설측 경사 등이 각 군집을 구별하는 주된 원인요소로 나타났으며, 남녀 공히 전두개저의 크기(S-N), 상악골의 전후방 위치(VP-PNS) 및 하악 구치의 수직 고정(L6-MP)은 변별력이 없었다.

3. 남자의 경우 하악지 및 하악체의 크기 감소, 하악골의 후하방회전 등의 원인 요소가 기여한 군집들이 대부분을 차지하며, 상악골의 크기 증가를 보이는 1개의 군집으로 구분되었다. 여자의 경우 남자와 달리 각 여섯 군집의 표본 수가 대체적으로 고르게 분포하며, 후방 두개저의 크기 및 두개저의 배열, 하악지 및 하악체의 크기 및 하악골의 후하방회전 등이 군집을 구분 짓는 요소로 나타났다.

위의 결과를 통해 한국인 골격성 제 II급 골격관계의 구조적 특징을 이해할 수 있으며 한국인의 인류학적 특징 및 군집의 특성을 감안한 구체화된 치료계획 수립에 도움을 줄 수 있을 것으로 사료된다.

참고문헌

1. Angle EH. Classification of malocclusion. Dental Cosmos. 1899;41:248-264,350-357.
2. Enlow DH, Moyers RE, Hunter WS, McNamara JA. A procedure for analysis of intrinsic facial form and growth. Am J Orthod. 1969;156:6-23.
3. Enlow DH, Kuroda T, Lewis AB. The morphological and morphogenetic basis for craniofacial form and pattern. Angle Orthod. 1971;41:161-188.
4. Enlow DH. Handbook of facial growth. 2nd ed. Philadelphia:WB Saunders. 1982.
5. Sanborn RT. Differences between the facial skeletal patterns of Class III malocclusion and normal occlusion. Angle Orthod. 1955;25:208-222.
6. Jacobson A, Evans WG, Preston CB, Sadowski PL. Mandibular prognathism. Am J Orthod. 1974;66:140-171.
7. Ellis III E, McNamara FA. Components of adults Class III open-bite malocclusion. Am J Orthod. 1984;86:277-290.
8. Martone VD, Enlow DH, Hans MG, Broadbent BH, Oyen O. Class I and Class III malocclusion subgroupings related to headform type. Angle Orthod. 1992;62:35-42.
9. Baik HS, Han HK, Kim DJ, Proffit WR. Cephalometric characteristics of Korean Class III surgical patients and their relationship to plans for surgical treatment. Int J Adult Orthodon Orthognath Surg. 2000;15:119-128.

10. Park JU, Baik SH. Classification of angle class III malocclusion and its treatment modalities. *Int J Adult Orthod Orthognath Surg*. 2001;16:19-29.
11. Hirschfeld WJ, Moyers RE, Enlow DH. A method of deriving subgroups of population : A study of craniofacial taxonomy. *Am J Phys Anthropol*. 1973;39:279-290.
12. Kim JY, Lee SJ, Kim TW, Nahm DS, Chang YI. Classification of the skeletal variation in normal occlusion. *Angle Orthod*. 2005;75:311-9.
13. Moyers RE, Riolo ML, Guire KE, Wainright RL, Bookstein FL. Differential diagnosis of Class II malocclusions. *Am J Orthod*. 1980;78:477-44.
14. Hong SX, Yi CK. A classification and characterization of skeletal class III on etio-pathogenic basis. *Int J oral maxillofac Surg*. 2001;30:264-271.
15. McNamara JA. A method of cephalometric evaluation. *Am J Orthod* 1984;86:449-469.
16. 대한치과교정학회 부정교합백서발간위원회. 한국 성인 정상교합자의 측모 두부 규격 방사선사진 계측연구 결과 보고서. 서울:대한치과교정학회. 1997.
17. Burstone CJ, Janes RB, Legan H, Murphy GA, Norton LA. Cephalometrics for orthognathic surgery. *J Oral Surg*. 1978;36:269-276.
18. Solow B. The dentoalveolar compensatory mechanism : background and clinical implications. *Br J Orthod*. 1980;7:145-161.
19. Casco JS, Sheperd WB. Dental and skeletal variation within the range of normal. *Angle Orthod*. 1984;54:5-17.
20. Proffit WR, Phillips C, Dann C 4th. Who seeks surgical-orthodontic treatment? *Int J Adult Orthodon Orthognath Surg*. 1990;5:153-160.
21. Holmes A. The subjective need and demand for orthodontic treatment. *Br J Orthod*. 1992;19:287-229.
22. Hwang HS, Youn IS, Lee KH, Lim HJ. Classification of facial asymmetry by cluster analysis. *Am J Orthod*. 2007;132:279.e1-279.e6.

교신 저자

Kee-Joon Lee

Department of Orthodontics, Yonsei University Hospital, 136 Shinchondong, Seodaemun-gu, Seoul, Korea

Tel : +82-2-2228-3105 / E-mail : orthojn@yuhs.ac

Acknowledgement

본 연구는 연세대학교 치과대학 2010년도 교수연구비에 의해 이루어졌음(6-2010-0088).